

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2003年 1月 7日

出願番号

Application Number:

特願2003-001605

[ST.10/C]:

[JP2003-001605]

出願人

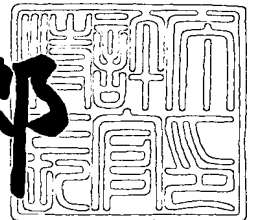
Applicant(s):

ミネベア株式会社
株式会社アイエヌティースクリーン

2003年 3月 4日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3012877

【書類名】 特許願

【整理番号】 MB-0051

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 C08L101/00

【発明者】

【住所又は居所】 長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3
ミネバア株式会社 軽井沢製作所内

【氏名】 岡宮 秋雄

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県小牧市大字東田中字大杓 1 3 5 6 - 1
株式会社アイエヌティースクリーン内

【氏名】 伊藤 ▲隆▼彦

【特許出願人】

【識別番号】 000114215

【氏名又は名称】 ミネバア株式会社

【代表者】 山本 次男

【特許出願人】

【識別番号】 502348109

【氏名又は名称】 株式会社アイエヌティースクリーン

【代表者】 野田 正紀

【代理人】

【識別番号】 100112173

【弁理士】

【氏名又は名称】 中野 修身

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 063496

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 要約書 1
【物件名】 図面 1
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 撥油膜を形成した動圧軸受装置およびこれを搭載したハードディスクドライブ用のスピンドルモータ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 スリーブ内径とシャフト外径との間に動圧油を充填し、前記動圧油と大気との界面の大気側において、前記スリーブおよび／または前記シャフトに撥油膜を形成させた動圧軸受装置において、前記スリーブおよび／または前記シャフトは、UV発色剤成分、フッ素ポリマーおよび溶剤からなる撥油剤を塗布し、室温で乾燥させた後、塗布状態の目視検査をおこない、温度90℃以上150℃以下の環境下で撥油剤を焼付けるとともに、UV発色剤成分およびフッ素ポリマーを気化、拡散させて撥油膜を定着、形成させた動圧軸受装置の部品とし、これらの部品を組み立てて構成することを特徴とする動圧軸受装置。

【請求項2】 撥油剤中のUV発色剤成分の濃度が150ppm以上300ppm以下であり、かつフッ素ポリマーの濃度が0.2質量%以上0.5質量%以下である請求項1に記載する動圧軸受装置。

【請求項3】 請求項1又は2に記載する動圧軸受装置を搭載したハードディスクドライブ用のスピンドルモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ハードディスクドライブ用のスピンドルモータに搭載される動圧軸受装置において、スリーブ内径とシャフト外径との間に充填した動圧油の毛細管現象によるヌレ拡散、軸受装置の回転起動時や停止時、または軸受装置に衝撃や加速度が印加された際の動圧油の飛散、軸受装置の温度が上昇した際の動圧油のあふれを防止するための撥油膜を形成し、かつアウトガスの発生を低減した動圧軸受装置、およびこれを搭載したハードディスクドライブ用のスピンドルモータに関する。

【0002】

【従来の技術】

ハードディスクドライブ用のスピンドルモータに搭載される動圧軸受装置は、スリーブ内径とシャフト外径との間に動圧油を充填し、動圧効果を最大限得るために、動圧油の毛細管現象によるヌレ拡散等を防止する機能と、微小な部位に正確に撥油剤を塗布して撥油膜を形成することを要求されている。

【0003】

最近では動圧軸受装置が搭載されたスピンドルモータを搭載したハードディスクドライブが家庭用電気製品に採用され始め、例えば、数百時間に相当する動画映像をデジタル録画、保存可能なPVR (Personal Video Recorder) に搭載されている。一般消費者がPVRに求める娯楽性と利便性は、ハードディスクドライブの静粛性と信頼性にそれぞれ支えられている。さらにハードディスクドライブのより大きな記憶容量は、記憶面密度の技術進歩によって支えられているが、これら静粛性、信頼性および技術進歩は、スピンドルモータに搭載される動圧軸受装置に、継続してより高い品質を要求している。

【0004】

図1に動圧軸受装置が搭載された代表的なハードディスクドライブ用のスピンドルモータの断面図を示す。磁気ディスクを支承して回転するハブ3はシャフト2に支承され、スリーブ1の外径面はフランジ（ベースプレート）4の内径で支承されている。

図3にスリーブ1の内径とシャフト2の外径との間に、動圧油5を充填した動圧軸受装置の断面図を示す。なお、図3は充填された動圧油5および撥油膜の形成部位を示すために、図1を拡大したものである。動圧油5の毛細管現象によるヌレ拡散等を防止するために、動圧油5と大気が接する界面の大気側において、スリーブ1の端面部位6およびシャフト2の外径部位7に撥油膜が形成されている。撥油膜は、液状の撥油剤を塗布し、乾燥と焼付け工程を経て定着、形成させる。一般的にその膜厚は数 μm （マイクロメートル）である。

【0005】

前記撥油剤は一般的にフッ素系の樹脂からなり、無色・透明であるため、撥油剤の塗布状態や撥油膜の形成状態を目視検査することが困難であり、撥油膜の形成品質が低下し、動圧軸受装置からの動圧油のヌレ拡散等を防止することができず

、したがって、動圧軸受装置の品質とスピンドルモータの信頼性を、維持し高めることができなかった。そこで、この問題を解決するために、撥油剤に発色剤成分を添加して、撥油剤の塗布状態や撥油膜の形成状態の目視検査を容易にすることを可能にしたものが知られている（特許文献1）。

【特許文献1】 特開2001-27242号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記発色剤成分を添加した撥油剤およびその撥油膜は、目視検査を容易にし、確実な撥油剤の塗布によって撥油膜の形成品質を向上させた一方で、発色剤成分を添加した撥油膜からのアウトガス発生量は、発色剤成分を添加していない撥油膜からのアウトガスの発生量と比較して、格段に多いという問題を抱えていた。アウトガスが従来よりも多く発生する場合は、たとえ規定値以内であっても、ハードディスクドライブの信頼性に大きく影響をおよぼし、また、磁気ディスクおよび磁気ヘッドの記憶面密度の技術進歩を妨げる要因となる。そのため、スリーブおよびシャフトへの撥油剤の塗布状態を容易に目視検査することができ、従来の製造工程に負担をかけることなく、アウトガス発生量を低減させた動圧軸受装置を量産することが課題であった。

【0007】

そこで本発明は、動圧軸受装置を構成する部品は、撥油剤の塗布状態を容易に目視検査することができ、従来の製造工程に負担をかけることなく、撥油膜を焼付け、定着させて形成することができるとともに、撥油膜によるヌレ拡散等の防止機能を維持し、アウトガス発生量を低減させた動圧軸受装置およびこれを搭載したハードディスクドライブ用のスピンドルモータを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決する手段】

本発明は前記課題を解決するために、スリーブ内径とシャフト外径との間に動圧油を充填し、前記動圧油と大気との界面の大気側において、前記スリーブおよび／または前記シャフトに撥油膜を形成させた動圧軸受装置において、前記スリー

ブおよび／または前記シャフトは、UV発色剤成分、フッ素ポリマーおよび溶剤からなる撥油剤を塗布し、室温で乾燥させた後、塗布状態の目視検査をおこない、温度90℃以上150℃以下の環境下で一定時間放置し、焼付けることによりUV発色剤成分およびフッ素ポリマーを気化、拡散させて撥油膜を定着、形成させた動圧軸受装置の部品であり、これらの部品によって構成される動圧軸受装置と、この動圧軸受装置を搭載したハードディスクドライブのスピンダルモータであることを特徴とする。

【0009】

また、前記スリーブおよび／または前記シャフトに塗布する撥油剤中のUV発色剤成分の濃度が150ppm以上300ppm以下であり、かつフッ素ポリマーの濃度が0.2質量%以上0.5質量%以下であることを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】

本発明の動圧軸受装置を構成する代表的なスリーブ1およびシャフト2と、それぞれの部位に形成された撥油膜の代表例を図4に示す。

【0011】

本発明に用いられる撥油剤はUV発色剤成分、フッ素ポリマーおよび溶剤から構成され、図4に示す代表例においてはスリーブ1およびシャフト2のそれぞれ部位6および7に塗布し、室温で乾燥させ、UV光線（紫外線）照射下にスリーブ1およびシャフト2を置いて、必要部位に塗布された撥油剤の状態を拡大鏡や光学顕微鏡を用いて目視検査する。その後スリーブ1およびシャフト2は温度90℃以上150℃以下の環境下におよそ1時間放置され、撥油剤をスリーブ1およびシャフト2の必要部位表面に焼付けて撥油膜として定着、形成させる。撥油膜が必要部位に形成されたスリーブ1およびシャフト2は動圧軸受装置として組み立てられ、動圧軸受装置の状態ないしは動圧軸受装置をスピンダルモータとして組み込む途中工程のハブ3を組み込む前に、スリーブ1内径とシャフト2外径との間に動圧油5が室温にて注入、充填される。

【0012】

本発明の撥油剤は、あらかじめクマリン系UV発色剤成分を含有させて、必要部位

に塗布し、室温で乾燥させた後、UV光線（紫外線）を照射した際に、例えば紫色ないしは青色の可視光線を発色させて、発色剤の塗布状態を容易に目視検査することができる。また含有有機顔料として、クマリン系化合物、アントラキノン系化合物、キナクリドン系、フタロシアニン系、アジレーキ系などを用い、染料として、アントラキノン系、アゾ系化合物などを用いる。

【0013】

本発明では、撥油剤塗布状態をUV光線（紫外線）によって可視発色させ目視検査し、その後温度90℃以上150℃以下の環境下におよそ1時間放置することで、UV発色剤成分およびフッ素ポリマーを気化、拡散させることで、撥油膜において、それらの残留濃度を低減させて、撥油膜として定着、形成させることを特徴としている。撥油剤中において、UV発色剤成分が150ppm以上300ppm以下の濃度であることが重要である。撥油剤の塗布状態を容易に目視検査することができ、その後の焼付けによってUV発色剤成分を気化、拡散させることで残留濃度を低減させて、撥油膜からのアウトガスの発生量を低減させることができるためである。UV発色剤成分の濃度が100ppm以下の撥油剤を塗布し、室温で乾燥させた後では、目視による発色が認められず、塗布状態の目視検査を容易におこなうことができない。また、UV発色剤成分の濃度が400ppm以上の撥油剤を塗布し、室温で乾燥させた後、焼付けをおこなって形成された撥油膜は、目視によって発色度合いが確認されるためにUV発色剤成分が残留しており、UV発色剤成分が150ppm以上300ppm以下の濃度の撥油剤によって形成された撥油膜と比較して、アウトガス発生量が著しく多いことを確認した。

【0014】

本発明の撥油剤に用いられるフッ素系樹脂としては、エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体（ETFE）、ポリフッ化ビニル（PVF）、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）、エチレン-クロロトリフルオロエチレン共重合体（ECTFE）、ポリクロロトリフルオロエチレン（PCTFE）、テトラフルオロエチレン-パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体（PFA）、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、テトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン共重合体（FEP）などが挙げられるが、より低い表面エネルギーを持つ結

晶性または非晶質のパーフルオロ樹脂系を用いる。

【0015】

本発明において、撥油剤中のフッ素ポリマーの濃度は、0.2質量%以上0.5質量%以下であることが重要である。試行を通じてフッ素ポリマー濃度が0.6質量%以上の撥油剤を使用した撥油膜は、焼付けをおこなって形成された撥油膜に残留するUV発色剤成分の濃度が高く、アウトガス発生量は発色剤成分を含有する従来の撥油剤を使用した撥油膜のそれとほぼ同等であることを確認した。

一方、フッ素ポリマーは撥油膜によるヌレ拡散等の防止機能を維持するために必要であり、0.1質量%以下の濃度の撥油剤を使用した撥油膜は、撥油膜としてのヌレ拡散等の防止機能を十分に維持することができない。試行を通じて0.2質量%以上0.5質量%以下の濃度の撥油剤を使用した撥油膜は、撥油膜による十分なヌレ拡散等の防止機能を維持し、かつアウトガスの発生量も、発色剤成分を含有しない撥油剤を使用した撥油膜のそれ以下に低減させ得ることを確認した。

【0016】

本発明の溶剤としては、フッ素系樹脂が溶解するPFPE（パーフルオロフェニルエーテル）、HFC（ハイドロフルオロカーボン）などが用いられる。

【0017】

また、本発明の撥油膜は、温度90℃以上150℃以下の環境下にておよそ1時間放置することで、塗布した撥油剤を焼付けることにより定着させたものである。

一般的に動圧軸受装置の撥油膜形成工程は、撥油剤を必要部位に塗布した後、室温で放置することにより撥油剤を乾燥させ、その後、室温よりも高い温度（90℃以上150℃以下）環境下に一定時間放置して撥油剤を焼付けて定着させることにより密着性の高い撥油膜を形成させているが、従来からの焼付け温度と放置時間を変えることなく、すなわち特殊な焼付け工程と付帯設備を要求することなく、撥油剤中の発色剤成分およびフッ素ポリマーを気化、拡散させて、撥油膜からのアウトガス発生量を効果的に低減でき得ることを確認した。

【0018】

撥油剤の塗布は、刷毛塗り、スプレーコート、ディップコート、スピンコート、転写コート、ポッティングコート、など塗布する部材の部位の大きさや形状に応

じて適切な塗布方法を選択する。

【0019】

また、本発明において撥油剤を塗布し、撥油膜を形成させる部位は、図3および図4に示す代表例において、スリーブ1の内径とシャフト2の外径の間に充填した動圧油5と大気との界面の大気側の部位であり、実施例ではスリーブ1の端面部位6とシャフト2の外径部位7であるが、代表的な実施例で示す部位に限定されるものではない。たとえば、スリーブ1の端面部位6に対向するハブ3の面に撥油剤を塗布し、撥油膜を形成させることで、飛散等によって動圧油5がスリーブ1の端面部位6に対向するハブ3の面に付着しても、ヌレ拡散等の防止機能を持たせることができる。

【0020】

以下、本発明の実施例について詳細に説明する。

【0021】

（試験片の準備）

まず、1インチ四方のSUS304材片を、洗浄液（イソプロパノールーヘキサン混合液）で洗浄し、100℃、1時間で乾燥させ、試験片とする。

【0022】

（実施例1～3および比較例1～2の準備）

フッ素樹脂として、パーフルオロポリマーを用い、溶剤として2, 3ジヒドロパーフルオロペンタンを用いて、フッ素ポリマー濃度0.5質量%の溶液を作成し、次にUV発色剤成分を200ppm（実施例1）、300ppm（実施例2）、400ppm（実施例3）になるように調整して撥油剤とした。また、比較として、発色剤成分を含有する従来の撥油剤と、発色剤成分を含有しない従来の撥油剤をそれぞれ比較例1、比較例2とした。

【0023】

発色度合いと目視認知性は以下のようにして観察した。

（焼付け前の発色度合いと目視認知性の観察）

前記試験片各々の片側全面に前記実施例1から実施例3、比較例1および比較例2の撥油剤をそれぞれ塗布した後に室温で乾燥させた。その後、撥油剤を塗布した面

にUV光線（紫外線）を照射させながら、発色している部位を顕微鏡によって目視検査した。実際の製造における撥油剤の塗布状態の目視検査は、極めて微小部位の塗布状態を検査するため、実施例1から実施例3、および比較例1についてそれぞれの発色度合いと目視認知性を観察した。発色剤成分を含有しない比較例2の目視検査は、目視検査が困難なため、実際の製造において、抜き取り目視検査方法でもある、発色剤を含有する溶剤を塗布面に吸着させた後、撥油剤の塗布状態を他の4者と同様にして観察、検査した。実施例1、実施例2および実施例3それぞれの発色度合いと目視認知性から、これら3者すべてが、実際の製造において目視検査を容易におこない得ることを確認した。

（焼付け後の発色度合いと目視認知性の観察）

目視検査を終えた実施例1、実施例2、実施例3、比較例1および比較例2の試験片それぞれを、温度100℃の環境下に1時間放置して撥油剤を焼付け、撥油膜を定着、形成させた後、前記撥油膜にUV光線（紫外線）を照射させながら、発色している部位を顕微鏡によって目視検査し、実施例1、実施例2、実施例3、比較例1および比較例2それぞれの試験片の発色度合いと目視認知性を観察した。観察の結果、実施例1および実施例2それぞれの試験片は、発色が認められず、撥油膜において、UV発色剤成分の濃度が低減し得ることを確認した。実施例3の試験片は、若干の発色が認められた。比較例1の試験片は、焼付け前とほぼ同等の発色が認められた。発色剤成分を含有しない比較例2の目視検査は、焼付け前と同様に目視検査が困難であった。

【0024】

アウトガス発生量は以下のようにして測定した。

（焼付け前のアウトガス発生量）

目視検査を終えた実施例1、実施例2、実施例3および比較例1の試験片それぞれを、温度105℃、3時間の環境下でHeガスを50ml/分の条件で試験片から発生するアウトガスを捕集し、試験片の単位重量（1mg（ミリグラム））あたりの総アウトガス発生量およびフッ素ポリマーのアウトガス発生量（ともにng（ナノグラム））を取得した。比較例2は目視検査を行っていない試験片、すなわち発色剤を含有する溶剤を塗布面に吸着させていない試験片を用いて測定した。

(焼付け後のアウトガス発生量)

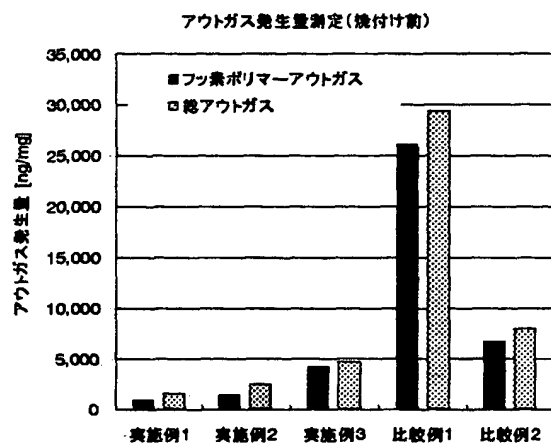
目視検査を終えた実施例1、実施例2、実施例3および比較例1の試験片それぞれを、温度100℃の環境下に1時間放置して撥油剤を焼付け、撥油膜を定着、形成させた後、同様にしてそれぞれを、温度105℃、3時間の環境下でHeガスを50ml/分の条件で試験片から発生するアウトガスを捕集し、試験片の単位重量あたりの総アウトガス発生量およびフッ素ポリマーのアウトガス発生量を取得した。比較例2は目視検査を行っていない試験片、すなわち発色剤を含有する溶剤を塗布面に吸着させていない試験片を用いて温度100℃の環境下に1時間放置して撥油剤を焼付け、撥油膜を定着、形成させた後、同様にして測定した。

【0025】

取得された測定値は、焼付け前のアウトガス発生量およびフッ素ポリマーのアウトガス発生量として実施例1、実施例2、実施例3、比較例1および比較例2ごとにグラフ1に、また焼付け後の総アウトガス発生量およびフッ素ポリマーのアウトガス発生量として実施例1、実施例2、実施例3、比較例1および比較例2ごとにグラフ2に、それぞれ示す。

【0026】

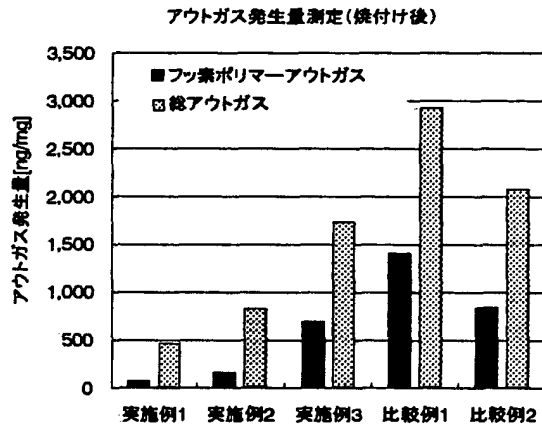
【表1】



| | | 焼付け前 | |
|------|-----------|--------------|--------|
| | | フッ素ポリマーアウトガス | 総アウトガス |
| 実施例1 | 着色剤200ppm | 1,054 | 1,848 |
| 実施例2 | 着色剤300ppm | 1,482 | 2,555 |
| 実施例3 | 着色剤400ppm | 4,195 | 4,771 |
| 比較例1 | 従来、着色剤あり | 26,125 | 29,357 |
| 比較例2 | 従来、着色剤なし | 6,738 | 7,956 |

【0027】

【表2】



| | | 焼付け後 | |
|------|-----------|--------------|--------|
| 識別補足 | | フッ素ポリマーアウトガス | 総アウトガス |
| 実施例1 | 発色剤200ppm | 67 | 466 |
| 実施例2 | 発色剤300ppm | 154 | 828 |
| 実施例3 | 発色剤400ppm | 685 | 1,734 |
| 比較例1 | 従来、発色剤あり | 1,402 | 2,932 |
| 比較例2 | 従来、発色剤なし | 832 | 2,077 |

【0028】

撥油剤を塗布して焼付ける前のアウトガス発生量測定の結果、グラフ1からは、フッ素ポリマーの濃度を適切に調整すれば、総アウトガス発生量およびフッ素ポリマーのアウトガス発生量を、発色剤成分を含有する従来の撥油剤よりも効果的に低減でき、また同時に発色剤成分を含有しない従来の撥油剤よりも低減でき得ることを確認した。

撥油剤を塗布して焼付けた後のアウトガス発生量測定の結果、グラフ2からは、200ppm（実施例1）と300ppm（実施例2）に関しては、焼付ける前と同様の傾向と効果を確認できた。なお、グラフ1（焼付け前）、グラフ2（焼付け後）それぞれのアウトガス発生量の軸目盛最大値は、35,000ng/mgと、3,500ng/mgである。

【0029】

撥油剤を塗布して焼付けた後のアウトガス発生量測定の結果、グラフ2からは、UV発色剤成分の濃度の400ppm（実施例3）に関しては、焼付けをおこなって形成した撥油膜のアウトガス発生量が減少していることを確認したが、総アウトガス発

生量およびフッ素ポリマーのアウトガス発生量はそれぞれ、発色剤成分を含有しない従来の撥油剤（比較例2）を使用した撥油膜の総アウトガス発生量およびフッ素ポリマーのアウトガス発生量とほぼ同量または若干低減された程度であり、今後のより高信頼性の動圧軸受装置を提供するうえでは、適当ではない。

【0030】

【発明の効果】

UV発色剤成分、フッ素ポリマーおよび溶剤からなる撥油剤において、撥油剤中のUV発色剤成分の濃度を400ppm以下、とくに150ppm以上300ppm以下に調整し、かつフッ素ポリマーの濃度を0.2質量%以上0.5質量%以下に調整することで、動圧軸受装置を構成する部品は、撥油剤の塗布状態を容易に目視検査することができ、従来の製造工程に負担をかけることなく撥油膜を焼付け、定着させて形成することができるとともに、撥油膜によるヌレ拡散等の防止機能を維持し、従来の撥油剤を使用して撥油膜を形成した動圧軸受装置と比べて、アウトガス発生量を低減させた動圧軸受装置を提供することができる。 また、そのような動圧軸受装置を搭載した高信頼性のハードディスク用のスピンドルモータを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

従来ならびに本発明に係る動圧軸受装置を搭載したハードディスク用のスピンドルモータの断面図である。

【図2】

図1を拡大した、ハードディスク用のスピンドルモータの断面図である。

【図3】

さらに図2を拡大した、ハードディスク用のスピンドルモータの断面図である。

【図4】

従来ならびに本発明に係る動圧軸受装置を構成するスリーブとシャフト、ならびにそれぞれに撥油剤を塗布して形成された撥油膜を示した概略図である。

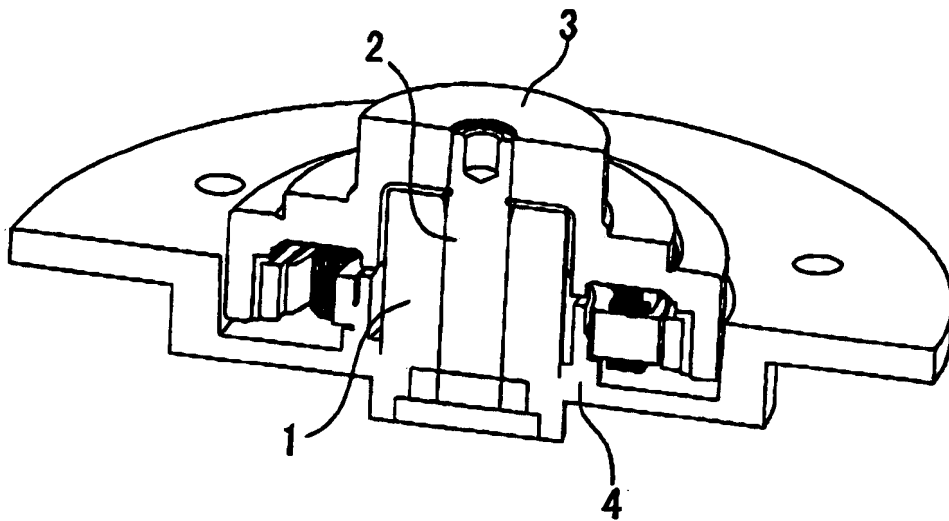
【符号の説明】

（以下、図1から図4まで共通）

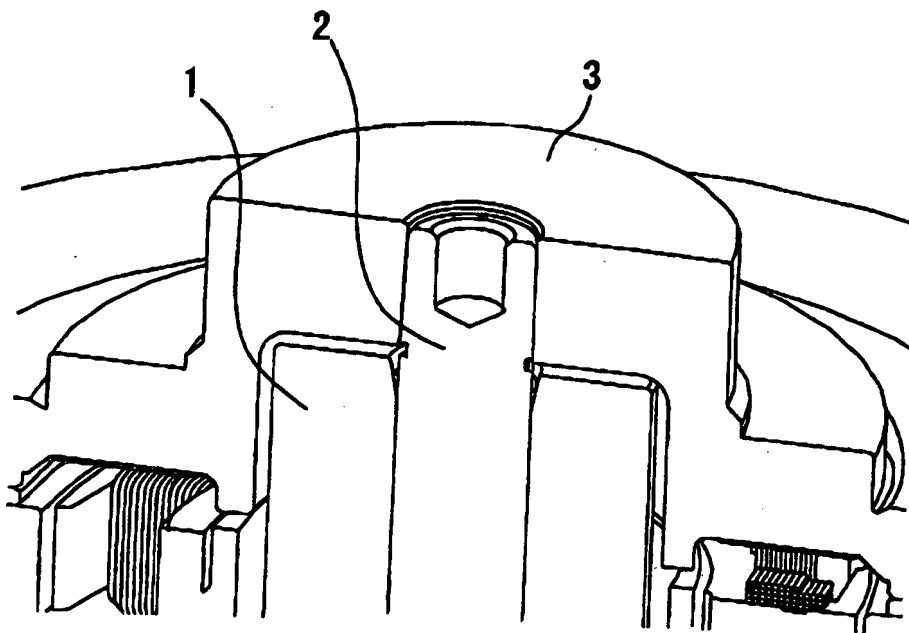
- 1 スリーブ
- 2 シャフト
- 3 ハブ
- 4 フランジ（ベースプレート）
- 5 動圧油
- 6 スリーブ端面に形成された撥油膜
- 7 シャフトに形成された撥油膜

【書類名】 図面

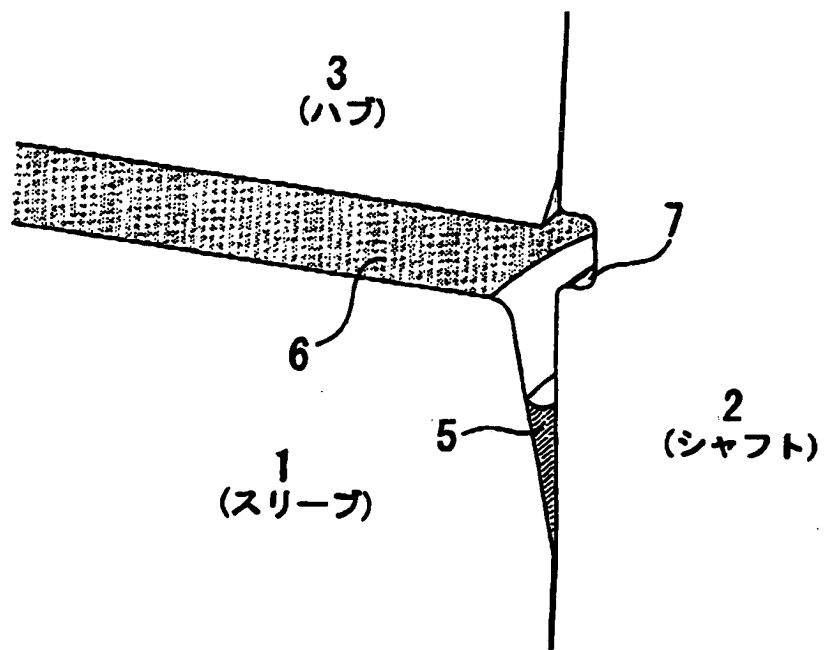
【図1】



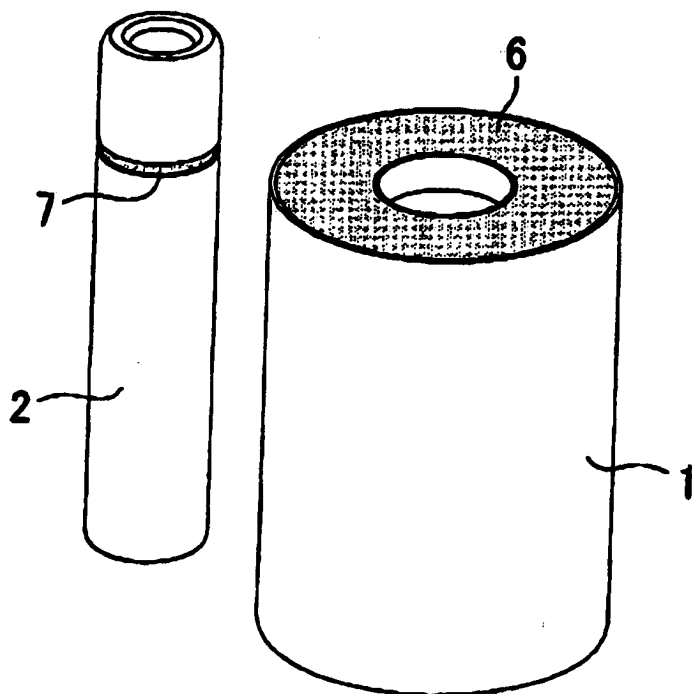
【図2】



【図3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

撥油剤の塗布状態を容易に目視検査することができ、従来の製造工程に負担をかけることなく、撥油膜によるヌレ拡散等の防止機能を維持し、アウトガス発生量を低減させた高信頼性の動圧軸受装置およびこれを搭載したハードディスクドライブ用のスピンドルモータを提供する。

【解決手段】

UV発色剤成分、フッ素ポリマーおよび溶剤からなる撥油剤において、撥油剤中のUV発色剤成分の濃度を150ppm以上300ppm以下に調整し、かつフッ素ポリマーの濃度を0.2質量%以上0.5質量%以下に調整した。撥油剤を塗布した後、室温で乾燥させ、目視検査を経て温度90℃以上150℃以下の環境下でおよそ1時間放置することで撥油膜を定着、形成させたスリーブ、シャフトを動圧軸受装置に組み込む。またその動圧軸受装置をハードディスクドライブ用のスピンドルモータに搭載する。

認 定 ・ 付 加 情 報

| | |
|---------|--------------------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2 0 0 3 - 0 0 1 6 0 5 |
| 受付番号 | 5 0 3 0 0 0 1 3 4 1 2 |
| 書類名 | 特許願 |
| 担当官 | 第六担当上席 0 0 9 5 |
| 作成日 | 平成 1 5 年 1 月 8 日 |

< 認定情報・付加情報 >

| | |
|-------|-------------|
| 【提出日】 | 平成15年 1月 7日 |
|-------|-------------|

| | |
|-----------|------------------|
| 【書類名】 | 手続補正書 |
| 【あて先】 | 特許庁長官殿 |
| 【事件の表示】 | |
| 【出願番号】 | 特願2003- 1605 |
| 【補正をする者】 | |
| 【識別番号】 | 000114215 |
| 【氏名又は名称】 | ミネベア株式会社 |
| 【代表者】 | 山本 次男 |
| 【補正をする者】 | |
| 【識別番号】 | 502348109 |
| 【氏名又は名称】 | 株式会社アイエヌティースクリーン |
| 【代表者】 | 野田 正紀 |
| 【代理人】 | |
| 【識別番号】 | 100112173 |
| 【弁理士】 | |
| 【氏名又は名称】 | 中野 修身 |
| 【手続補正 1】 | |
| 【補正対象書類名】 | 明細書 |
| 【補正対象項目名】 | 全文 |
| 【補正方法】 | 変更 |
| 【補正の内容】 | 1 |
| 【ブルーフの要否】 | 要 |

【書類名】 明細書

【発明の名称】 撥油膜を形成した動圧軸受装置およびこれを搭載したハードディスクドライブ用のスピンドルモータ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 スリーブ内径とシャフト外径との間に動圧油を充填し、前記動圧油と大気との界面の大気側において、前記スリーブおよび／または前記シャフトに撥油膜を形成させた動圧軸受装置において、前記スリーブおよび／または前記シャフトは、UV発色剤成分、フッ素ポリマーおよび溶剤からなる撥油剤を塗布し、室温で乾燥させた後、塗布状態の目視検査をおこない、温度90℃以上150℃以下の環境下で撥油剤を焼付けるとともに、UV発色剤成分およびフッ素ポリマーを気化、拡散させて撥油膜を定着、形成させた動圧軸受装置の部品とし、これらの部品を組み立てて構成することを特徴とする動圧軸受装置。

【請求項2】 撥油剤中のUV発色剤成分の濃度が150ppm以上300ppm以下であり、かつフッ素ポリマーの濃度が0.2質量%以上0.5質量%以下である請求項1に記載する動圧軸受装置。

【請求項3】 請求項1又は2に記載する動圧軸受装置を搭載したハードディスクドライブ用のスピンドルモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ハードディスクドライブ用のスピンドルモータに搭載される動圧軸受装置において、スリーブ内径とシャフト外径との間に充填した動圧油の毛細管現象によるヌレ拡散、軸受装置の回転起動時や停止時、または軸受装置に衝撃や加速度が印加された際の動圧油の飛散、軸受装置の温度が上昇した際の動圧油のあふれを防止するための撥油膜を形成し、かつアウトガスの発生を低減した動圧軸受装置、およびこれを搭載したハードディスクドライブ用のスピンドルモータに関する。

【0002】

【従来の技術】

ハードディスクドライブ用のスピンドルモータに搭載される動圧軸受装置は、スリーブ内径とシャフト外径との間に動圧油を充填し、動圧効果を最大限得るために、動圧油の毛細管現象によるヌレ拡散等を防止する機能と、微小な部位に正確に撥油剤を塗布して撥油膜を形成することを要求されている。

【0003】

最近では動圧軸受装置が搭載されたスピンドルモータを搭載したハードディスクドライブが家庭用電気製品に採用され始め、例えば、数百時間に相当する動画映像をデジタル録画、保存可能なPVR (Personal Video Recorder) に搭載されている。一般消費者がPVRに求める娯楽性と利便性は、ハードディスクドライブの静粛性と信頼性にそれぞれ支えられている。さらにハードディスクドライブのより大きな記憶容量は、記憶面密度の技術進歩によって支えられているが、これら静粛性、信頼性および技術進歩は、スピンドルモータに搭載される動圧軸受装置に、継続してより高い品質を要求している。

【0004】

図1に動圧軸受装置が搭載された代表的なハードディスクドライブ用のスピンドルモータの断面図を示す。磁気ディスクを支承して回転するハブ3はシャフト2に支承され、スリーブ1の外径面はフランジ（ベースプレート）4の内径で支承されている。

図3にスリーブ1の内径とシャフト2の外径との間に、動圧油5を充填した動圧軸受装置の断面図を示す。なお、図3は充填された動圧油5および撥油膜の形成部位を示すために、図1を拡大したものである。動圧油5の毛細管現象によるヌレ拡散等を防止するために、動圧油5と大気が接する界面の大気側において、スリーブ1の端面部位6およびシャフト2の外径部位7に撥油膜が形成されている。撥油膜は、液状の撥油剤を塗布し、乾燥と焼付け工程を経て定着、形成させる。一般的にその膜厚は数 μm （マイクロメートル）である。

【0005】

前記撥油剤は一般的にフッ素系の樹脂からなり、無色・透明であるため、撥油剤の塗布状態や撥油膜の形成状態を目視検査することが困難であり、撥油膜の形成品質が低下し、動圧軸受装置からの動圧油のヌレ拡散等を防止することができず

、したがって、動圧軸受装置の品質とスピンドルモータの信頼性を、維持し高めることができなかった。そこで、この問題を解決するために、撥油剤に発色剤成分を添加して、撥油剤の塗布状態や撥油膜の形成状態の目視検査を容易にすることを可能にしたものが知られている（特許文献1）。

【特許文献1】 特開2001-27242号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記発色剤成分を添加した撥油剤およびその撥油膜は、目視検査を容易にし、確実な撥油剤の塗布によって撥油膜の形成品質を向上させた一方で、発色剤成分を添加した撥油膜からのアウトガス発生量は、発色剤成分を添加していない撥油膜からのアウトガスの発生量と比較して、格段に多いという問題を抱えていた。アウトガスが従来よりも多く発生する場合は、たとえ規定値以内であっても、ハードディスクドライブの信頼性に大きく影響をおよぼし、また、磁気ディスクおよび磁気ヘッドの記憶面密度の技術進歩を妨げる要因となる。そのため、スリーブおよびシャフトへの撥油剤の塗布状態を容易に目視検査することができ、従来の製造工程に負担をかけることなく、アウトガス発生量を低減させた動圧軸受装置を量産することが課題であった。

【0007】

そこで本発明は、動圧軸受装置を構成する部品は、撥油剤の塗布状態を容易に目視検査することができ、従来の製造工程に負担をかけることなく、撥油膜を焼付け、定着させて形成することができるとともに、撥油膜によるヌレ拡散等の防止機能を維持し、アウトガス発生量を低減させた動圧軸受装置およびこれを搭載したハードディスクドライブ用のスピンドルモータを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決する手段】

本発明は前記課題を解決するために、スリーブ内径とシャフト外径との間に動圧油を充填し、前記動圧油と大気との界面の大気側において、前記スリーブおよび／または前記シャフトに撥油膜を形成させた動圧軸受装置において、前記スリー

ブおよび／または前記シャフトは、UV発色剤成分、フッ素ポリマーおよび溶剤からなる撥油剤を塗布し、室温で乾燥させた後、塗布状態の目視検査をおこない、温度90℃以上150℃以下の環境下で一定時間放置し、焼付けることによりUV発色剤成分およびフッ素ポリマーを気化、拡散させて撥油膜を定着、形成させた動圧軸受装置の部品であり、これらの部品によって構成される動圧軸受装置と、この動圧軸受装置を搭載したハードディスクドライブのスピンドルモータであることを特徴とする。

【0009】

また、前記スリーブおよび／または前記シャフトに塗布する撥油剤中のUV発色剤成分の濃度が150ppm以上300ppm以下であり、かつフッ素ポリマーの濃度が0.2質量%以上0.5質量%以下であることを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】

本発明の動圧軸受装置を構成する代表的なスリーブ1およびシャフト2と、それぞれの部位に形成された撥油膜の代表例を図4に示す。

【0011】

本発明に用いられる撥油剤はUV発色剤成分、フッ素ポリマーおよび溶剤から構成され、図4に示す代表例においてはスリーブ1およびシャフト2のそれぞれ部位6および7に塗布し、室温で乾燥させ、UV光線（紫外線）照射下にスリーブ1およびシャフト2を置いて、必要部位に塗布された撥油剤の状態を拡大鏡や光学顕微鏡を用いて目視検査する。その後スリーブ1およびシャフト2は温度90℃以上150℃以下の環境下におよそ1時間放置され、撥油剤をスリーブ1およびシャフト2の必要部位表面に焼付けて撥油膜として定着、形成させる。撥油膜が必要部位に形成されたスリーブ1およびシャフト2は動圧軸受装置として組み立てられ、動圧軸受装置の状態ないしは動圧軸受装置をスピンドルモータとして組み込む途中工程のハブ3を組み込む前に、スリーブ1内径とシャフト2外径との間に動圧油5が室温にて注入、充填される。

【0012】

本発明の撥油剤は、あらかじめクマリン系UV発色剤成分を含有させて、必要部位

に塗布し、室温で乾燥させた後、UV光線（紫外線）を照射した際に、例えば紫色ないしは青色の可視光線を発色させて、撥油剤の塗布状態を容易に目視検査することができる。また含有有機顔料として、クマリン系化合物、アントラキノン系化合物、キナクリドン系、フタロシアニン系、アジレーキ系などを用い、染料として、アントラキノン系、アゾ系化合物などを用いる。

【0013】

本発明では、撥油剤塗布状態をUV光線（紫外線）によって可視発色させ目視検査し、その後温度90℃以上150℃以下の環境下におよそ1時間放置することで、UV発色剤成分およびフッ素ポリマーを気化、拡散させることで、撥油膜において、それらの残留濃度を低減させて、撥油膜として定着、形成させることを特徴としている。撥油剤中において、UV発色剤成分が150ppm以上300ppm以下の濃度であることが重要である。撥油剤の塗布状態を容易に目視検査することができ、その後の焼付けによってUV発色剤成分を気化、拡散させることで残留濃度を低減させて、撥油膜からのアウトガスの発生量を低減させることができるためである。UV発色剤成分の濃度が100ppm以下の撥油剤を塗布し、室温で乾燥させた後では、目視による発色が認められず、塗布状態の目視検査を容易におこなうことができない。また、UV発色剤成分の濃度が400ppm以上の撥油剤を塗布し、室温で乾燥させた後、焼付けをおこなって形成された撥油膜は、目視によって発色度合いが確認されるためにUV発色剤成分が残留しており、UV発色剤成分が150ppm以上300ppm以下の濃度の撥油剤によって形成された撥油膜と比較して、アウトガス発生量が著しく多いことを確認した。

【0014】

本発明の撥油剤に用いられるフッ素系樹脂としては、エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体（ETFE）、ポリフッ化ビニル（PVF）、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）、エチレン-クロロトリフルオロエチレン共重合体（ECTFE）、ポリクロロトリフルオロエチレン（PCTFE）、テトラフルオロエチレン-パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体（PFA）、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、テトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン共重合体（FEP）などが挙げられるが、より低い表面エネルギーを持つ結

晶性または非晶質のパーフルオロ樹脂系を用いる。

【0015】

本発明において、撥油剤中のフッ素ポリマーの濃度は、0.2質量%以上0.5質量%以下であることが重要である。試行を通じてフッ素ポリマー濃度が0.6質量%以上の撥油剤を使用した撥油膜は、焼付けをおこなって形成された撥油膜に残留するUV発色剤成分の濃度が高く、アウトガス発生量は発色剤成分を含有する従来の撥油剤を使用した撥油膜のそれとほぼ同等であることを確認した。

一方、フッ素ポリマーは撥油膜によるヌレ拡散等の防止機能を維持するために必要であり、0.1質量%以下の濃度の撥油剤を使用した撥油膜は、撥油膜としてのヌレ拡散等の防止機能を十分に維持することができない。試行を通じて0.2質量%以上0.5質量%以下の濃度の撥油剤を使用した撥油膜は、撥油膜による十分なヌレ拡散等の防止機能を維持し、かつアウトガスの発生量も、発色剤成分を含有しない撥油剤を使用した撥油膜のそれ以下に低減させ得ることを確認した。

【0016】

本発明の溶剤としては、フッ素系樹脂が溶解するPFPE（パーフルオロフェニルエーテル）、HFC（ハイドロフルオロカーボン）などが用いられる。

【0017】

また、本発明の撥油膜は、温度90℃以上150℃以下の環境下にておよそ1時間放置することで、塗布した撥油剤を焼付けることにより定着させたものである。一般的に動圧軸受装置の撥油膜形成工程は、撥油剤を必要部位に塗布した後、室温で放置することにより撥油剤を乾燥させ、その後、室温よりも高い温度（90℃以上150℃以下）環境下に一定時間放置して撥油剤を焼付けて定着させることにより密着性の高い撥油膜を形成させているが、従来からの焼付け温度と放置時間を変えることなく、すなわち特殊な焼付け工程と付帯設備を要求することなく、撥油剤中の発色剤成分およびフッ素ポリマーを気化、拡散させて、撥油膜からのアウトガス発生量を効果的に低減でき得ることを確認した。

【0018】

撥油剤の塗布は、刷毛塗り、スプレーコート、ディップコート、スピンコート、転写コート、ポッティングコート、など塗布する部材の部位の大きさや形状に応

じて適切な塗布方法を選択する。

【0019】

また、本発明において撥油剤を塗布し、撥油膜を形成させる部位は、図3および図4に示す代表例において、スリーブ1の内径とシャフト2の外径の間に充填した動圧油5と大気との界面の大気側の部位であり、実施例ではスリーブ1の端面部位6とシャフト2の外径部位7であるが、代表的な実施例で示す部位に限定されるものではない。たとえば、スリーブ1の端面部位6に対向するハブ3の面に撥油剤を塗布し、撥油膜を形成させることで、飛散等によって動圧油5がスリーブ1の端面部位6に対向するハブ3の面に付着しても、ヌレ拡散等の防止機能を持たせることができる。

【0020】

以下、本発明の実施例について詳細に説明する。

【0021】

（試験片の準備）

まず、1インチ四方のSUS304材片を、洗浄液（イソプロパノールーヘキサン混合液）で洗浄し、100℃、1時間で乾燥させ、試験片とする。

【0022】

（実施例1～3および比較例1～2の準備）

フッ素樹脂として、パーフルオロポリマーを用い、溶剤として2, 3ジヒドロパーフルオロペンタンを用いて、フッ素ポリマー濃度0.5質量%の溶液を作成し、次にクマリン系UV発色剤成分を200ppm（実施例1）、300ppm（実施例2）、400ppm（実施例3）になるように調整して撥油剤とした。また、比較として、発色剤成分を含有する従来の撥油剤と、発色剤成分を含有しない従来の撥油剤をそれぞれ比較例1、比較例2とした。

【0023】

発色度合いと目視認知性は以下のようにして観察した。

（焼付け前の発色度合いと目視認知性の観察）

前記試験片各々の片側全面に前記実施例1から実施例3、比較例1および比較例2の撥油剤をそれぞれ塗布した後に室温で乾燥させた。その後、撥油剤を塗布した面

にUV光線（紫外線）を照射させながら、発色している部位を顕微鏡によって目視検査した。実際の製造における撥油剤の塗布状態の目視検査は、極めて微小部位の塗布状態を検査するため、実施例1から実施例3、および比較例1についてそれぞれの発色度合いと目視認知性を観察した。発色剤成分を含有しない比較例2の目視検査は、目視検査が困難なため、実際の製造において、抜き取り目視検査方法でもある、発色剤を含有する溶剤を塗布面に吸着させた後、撥油剤の塗布状態を他の4者と同様にして観察、検査した。実施例1、実施例2および実施例3それぞれの発色度合いと目視認知性から、これら3者すべてが、実際の製造において目視検査を容易におこない得ることを確認した。

（焼付け後の発色度合いと目視認知性の観察）

目視検査を終えた実施例1、実施例2、実施例3、比較例1および比較例2の試験片それぞれを、温度100℃の環境下に1時間放置して撥油剤を焼付け、撥油膜を定着、形成させた後、前記撥油膜にUV光線（紫外線）を照射させながら、発色している部位を顕微鏡によって目視検査し、実施例1、実施例2、実施例3、比較例1および比較例2それぞれの試験片の発色度合いと目視認知性を観察した。観察の結果、実施例1および実施例2それぞれの試験片は、発色が認められず、撥油膜において、UV発色剤成分の濃度が低減し得ることを確認した。実施例3の試験片は、若干の発色が認められた。比較例1の試験片は、焼付け前とほぼ同等の発色が認められた。発色剤成分を含有しない比較例2の目視検査は、焼付け前と同様に目視検査が困難であった。

【0024】

アウトガス発生量は以下のようにして測定した。

（焼付け前のアウトガス発生量）

目視検査を終えた実施例1、実施例2、実施例3および比較例1の試験片それぞれから撥油膜を採取し、温度105℃、3時間の環境下でHeガスを50ml/分の条件で撥油膜から発生するアウトガスを捕集し、撥油膜の単位重量（1mg（ミリグラム））あたりの総アウトガス発生量およびフッ素ポリマーのアウトガス発生量（ともにng（ナノグラム））を取得した。比較例2は目視検査を行っていない試験片、すなわち発色剤を含有する溶剤を塗布面に吸着させていない試験片を用いて測定

した。

(焼付け後のアウトガス発生量)

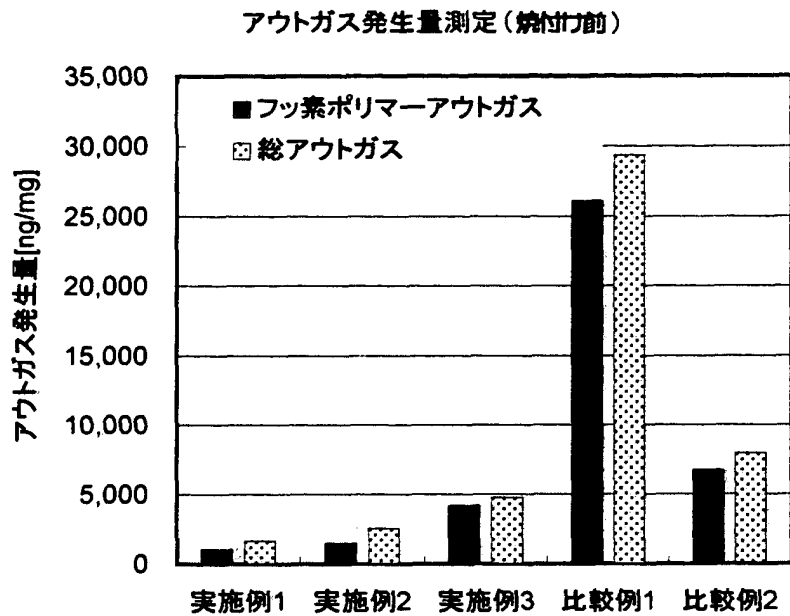
目視検査を終えた実施例1、実施例2、実施例3および比較例1の試験片それぞれを、温度100℃の環境下に1時間放置して撥油剤を焼付け、撥油膜を定着、形成させた後、同様にして試験片それぞれから撥油膜を採取し、温度105℃、3時間の環境下でHeガスを50ml/分の条件で撥油膜から発生するアウトガスを捕集し、撥油膜の単位重量あたりの総アウトガス発生量およびフッ素ポリマーのアウトガス発生量を取得した。比較例2は目視検査を行っていない試験片、すなわち発色剤を含有する溶剤を塗布面に吸着させていない試験片を用いて温度100℃の環境下に1時間放置して撥油剤を焼付け、撥油膜を定着、形成させた後、同様にして測定した。

【0025】

取得された測定値は、焼付け前のアウトガス発生量およびフッ素ポリマーのアウトガス発生量として実施例1、実施例2、実施例3、比較例1および比較例2ごとに表1に、また焼付け後の総アウトガス発生量およびフッ素ポリマーのアウトガス発生量として実施例1、実施例2、実施例3、比較例1および比較例2ごとに表2に、それぞれ示す。

【0026】

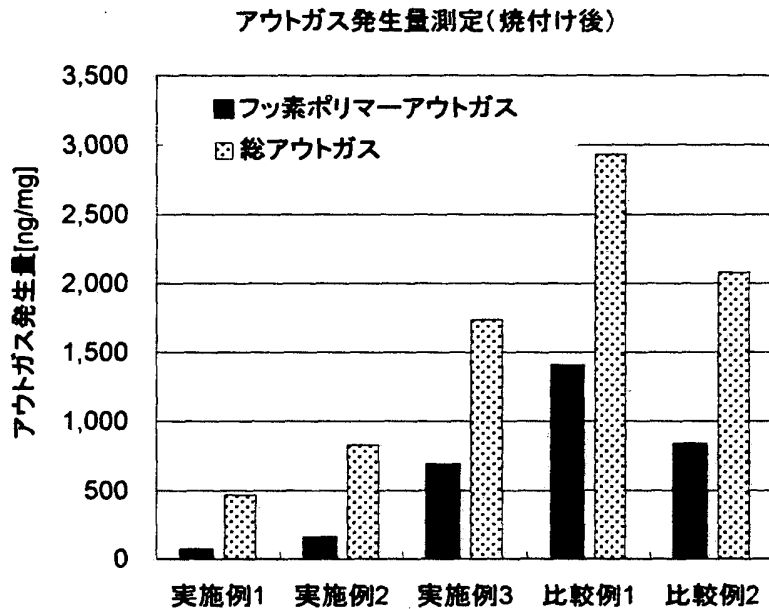
【表1】



| | | [ng/mg] | |
|------|-----------|--------------|--------|
| | | 焼付け前 | |
| | 識別補足 | フッ素ポリマーアウトガス | 総アウトガス |
| 実施例1 | 発色剤200ppm | 1,054 | 1,648 |
| 実施例2 | 発色剤300ppm | 1,482 | 2,555 |
| 実施例3 | 発色剤400ppm | 4,195 | 4,771 |
| 比較例1 | 従来、発色剤あり | 26,125 | 29,357 |
| 比較例2 | 従来、発色剤なし | 6,738 | 7,956 |

【0027】

【表2】



| | | 焼付け後 | |
|------|-----------|--------------|--------|
| 識別補足 | | フッ素ポリマーアウトガス | 総アウトガス |
| 実施例1 | 発色剤200ppm | 67 | 466 |
| 実施例2 | 発色剤300ppm | 154 | 828 |
| 実施例3 | 発色剤400ppm | 685 | 1,734 |
| 比較例1 | 従来、発色剤あり | 1,402 | 2,932 |
| 比較例2 | 従来、発色剤なし | 832 | 2,077 |

【0028】

撥油剤を塗布して焼付ける前のアウトガス発生量測定の結果、表1からは、フッ素ポリマーの濃度を適切に調整すれば、総アウトガス発生量およびフッ素ポリマーのアウトガス発生量を、発色剤成分を含有する従来の撥油剤よりも効果的に低減でき、また同時に発色剤成分を含有しない従来の撥油剤よりも低減でき得ることを確認した。

撥油剤を塗布して焼付けた後のアウトガス発生量測定の結果、表2からは、200ppm（実施例1）と300ppm（実施例2）に関しては、焼付ける前と同様の傾向と効果を確認できた。なお、表1（焼付け前）、表2（焼付け後）それぞれのアウトガス

発生量の軸目盛最大値は、35,000ng/mgと、3,500ng/mgである。

【0029】

撥油剤を塗布して焼付けた後のアウトガス発生量測定の結果、表2からは、UV発色剤成分の濃度の400ppm（実施例3）に関しては、焼付けをおこなって形成した撥油膜のアウトガス発生量が減少していることを確認したが、総アウトガス発生量およびフッ素ポリマーのアウトガス発生量はそれぞれ、発色剤成分を含有しない従来の撥油剤（比較例2）を使用した撥油膜の総アウトガス発生量およびフッ素ポリマーのアウトガス発生量とほぼ同量または若干低減された程度であり、今後のより高信頼性の動圧軸受装置を提供するうえでは、適当ではない。

【0030】

【発明の効果】

UV発色剤成分、フッ素ポリマーおよび溶剤からなる撥油剤において、撥油剤中のUV発色剤成分の濃度を400ppm以下、とくに150ppm以上300ppm以下に調整し、かつフッ素ポリマーの濃度を0.2質量%以上0.5質量%以下に調整することで、動圧軸受装置を構成する部品は、撥油剤の塗布状態を容易に目視検査することができ、従来の製造工程に負担をかけることなく撥油膜を焼付け、定着させて形成することができるとともに、撥油膜によるヌレ拡散等の防止機能を維持し、従来の撥油剤を使用して撥油膜を形成した動圧軸受装置と比べて、アウトガス発生量を低減させた動圧軸受装置を提供することができる。また、そのような動圧軸受装置を搭載した高信頼性のハードディスク用のスピンドルモータを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

従来ならびに本発明に係る動圧軸受装置を搭載したハードディスク用のスピンドルモータの断面図である。

【図2】

図1を拡大した、ハードディスク用のスピンドルモータの断面図である。

【図3】

さらに図2を拡大した、ハードディスク用のスピンドルモータの断面図である。

【図4】

従来ならびに本発明に係る動圧軸受装置を構成するスリーブとシャフト、ならびにそれぞれに撥油剤を塗布して形成された撥油膜を示した概略図である。

【符号の説明】

(以下、図1から図4まで共通)

- 1 スリーブ
- 2 シャフト
- 3 ハブ
- 4 フランジ（ベースプレート）
- 5 動圧油
- 6 スリーブ端面に形成された撥油膜
- 7 シャフトに形成された撥油膜

認定・付加情報

| | |
|---------|---------------|
| 特許出願の番号 | 特願2003-001605 |
| 受付番号 | 50300036229 |
| 書類名 | 手続補正書 |
| 担当官 | 大竹 仁美 4128 |
| 作成日 | 平成15年 1月16日 |

<認定情報・付加情報>

| | |
|-------|-------------|
| 【提出日】 | 平成15年 1月10日 |
|-------|-------------|

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000114215]

1. 変更年月日 1990年 8月23日

[変更理由] 新規登録

住 所 長野県北佐久郡御代田町大字御代田4106-73
氏 名 ミネベア株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [502348109]

1. 変更年月日 2002年 9月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 愛知県小牧市大字東田中字大杵1356番地の1
氏 名 株式会社アイエヌティースクリーン